(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum 11. Januar 2001 (11.01.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer WO 01/03219 A1

Bergisch-Gladbach (DE). REIZIG, Meike [DE/DE]; (51) Internationale Patentklassifikation7: H01M 8/04 Heisterer Strasse 3a, D-53579 Erpel (DE). KONIECZNY, Jörg-Roman [DE/DE]: Bahnhofstrasse 17, D-53721 (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/02179 Siegburg (DE). (22) Internationales Anmeldedatum: (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-4. Juli 2000 (04.07.2000) SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München

Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): CA, CN, JP, US. Deutsch (26) Veröffentlichungssprache:

DE

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE). EMITEC GESELLSCHAFT FÜR EMISSIONSTECHNOLO-GIE MBH [DE/DE]; Postfach 1360, D-53797 Lohmar (DE).

5. Juli 1999 (05.07.1999)

Veröffentlicht:

- Mit internationalem Recherchenbericht.
- Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist: Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(72) Erfinder; und

(25) Einreichungssprache:

(30) Angaben zur Priorität:

199 30 876.4

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GROSSE, Joachim [DE/DE]; In der Reuth 126, D-91056 Erlangen (DE). BRÜCK, Rolf [DE/DE]; Fröbelstrasse 12, D-51429

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR DETERMINING AND/OR REGULATING THE TEMPERATURE OF A FUEL CELL AND/OR A FUEL CELL STACK

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR FESTSTELLUNG UND/ODER REGELUNG DER TEMPERA-TUR EINER BRENNSTOFFZELLE UND/ODER EINES BRENNSTOFFZELLENSTACKS

(57) Abstract: The invention relates to a device and a method for determining temperature, whereby temperature is detected in at least one measuring point such as a location and/or area of a fuel cell stack and/or fuel cell unit and transmitted to an arithmetic unit for a model calculation, whereby an arithmetic unit determines the distribution of temperature of the stack with the aid of a model calculation and transmits said information to a control device, by means of which temperature in the stack can be regulated.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Feststellung der Temperatur, wobei zumindest an einem Meßort wie einer Stelle und/oder einem Bereich eines Brennstoffzellenstacks und/oder einer Brennstoffzelleneinheit die Temperatur erfaßt und an eine Recheneinheit für eine Modellrechnung weitergegeben wird, wobei eine Recheneinheit dann die Temperaturverteilung des Stacks mit Hilfe einer Modellrechnung bestimmt und diese Information an ein Steuergerät weitergibt, über das die Temperatur im Stack regelbar ist.



PCT/DE00/02179 WO 01/03219 1

Beschreibung

Vorrichtung und Verfahren zur Feststellung und/oder Regelung der Temperatur einer Brennstoffzelle und/oder eines Brennstoffzellenstacks

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Feststellung und/oder Regelung der Temperatur einer Brennstoffzelle und/oder eines Brennstoffzellenstacks, insbesondere einer Polymer-Elektrolyt-Membran (PEM) - und/oder einer Hochtemperatur-Polymer-Elektrolyt-Membran (HTM)-Brennstoffzelle.

Die HTM-Brennstoffzelle ist aus der gleichnamigen Anmeldung derselben Anmelder bekannt. 15

Bislang wird die Temperatur eines Brennstoffzellenstacks an einer Stelle des Stacks, beispielsweise an den Endplatten des Stacks oder anhand der Temperatur der austretenden Abgase festgestellt. Dabei wird jedoch nicht berücksichtigt, daß innerhalb des Brennstoffzellenstacks und innerhalb einer Brennstoffzelleneinheit Temperaturgradienten bestehen, die unter anderem eine Folge der exothermen Reaktion, der Kühlung und/oder der Temperatur der einströmenden Prozeßgase sind. Nach der bekannten Methode zur Temperaturmessung im Brenn-25 stoffzellenstack wird die Temperaturverteilung nicht berücksichtigt, weil man in bezug auf die Temperaturmessung in erster Näherung von einer gleichmäßigen Temperaturverteilung

30

35

20

10

Eine Folge dieser ungenauen Temperaturmessung ist eine teils falsche teils stark verzögerte Temperaturregelung im Stack, die nicht nur die Effizienz des Stacks herabsetzt, sondern auch wegen Materialüberbeanspruchung die Lebensdauer der Konstruktionsteile verringert.

im Stack und/oder in der Brennstoffzelleneinheit ausgeht.

Es wurde festgestellt, daß die Anforderungen bezüglich der Effizienz an eine Brennstoffzelle, insbesondere eine PEM(Polymer-Elektrolyt-Membran) und/oder einer HTM(Hochtemperatur-Polymer-Elektrolyt-Membran)-Brennstoffzelle, eine verbesserte Temperaturerfassung und/oder -regelung erfordern.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist deshalb eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Temperaturfeststellung und/oder - regelung eines Brennstoffzellensystems zur Verfügung zu stellen, das die genannten Nachteile überwindet.

10

20

25

Gegenstand der Erfindung ist eine Vorrichtung zur Feststellung der Temperatur, die zumindest an einem Meßort wie einer Stelle und/oder einem Bereich eines Brennstoffzellenstacks und/oder einer Brennstoffzelleneinheit die Temperatur erfaßt und an eine Recheneinheit für eine Modellrechnung weitergibt, wobei die Recheneinheit dann die Temperaturverteilung des Stacks mit Hilfe einer Modellrechnung bestimmt und diese Information an ein Steuergerät weitergibt, über das die Temperatur im Stack regelbar ist.

Außerdem ist Gegenstand der Erfindung ein Verfahren zur dynamischen Regelung der Temperatur und/oder der Zusammensetzung des Prozeßgases, bei dem die Temperatur eines Brennstoffzellenstacks und/oder die Zusammensetzung des Prozeßgases innerhalb eines Brennstoffzellenstacks und/oder einer Brennstoffzelleneinheit des Stacks ermittelt wird, diese Information direkt oder über eine Recheneinheit für die Modellrechnung an ein Steuergerät weitergegeben wird, das Steuergerät zumindest einen eingegangenen Ist-Wert mit einem vorgegebenen Sollwert vergleicht und zumindest eine entsprechende Regelvorrichtung so ansteuert, daß die Angleichung des Ist-Wertes an den Soll-Wert bewirkt wird.

Nach einer Ausgestaltung der Vorrichtung umfaßt sie zumindest ein Mittel zur direkten Feststellung der Temperatur wie ein Thermoelement, eine Temperatursonde und/oder einen TemperaWO 01/03219 3

tursensor. Bei dieser Ausgestaltung ist zumindest ein solches Mittel beispielsweise in einem repräsentativen Bereich eines Gasversorgungs- oder -entsorgungskanal eines Stacks, in einer Reaktionskammer, auf einer aktiven Fläche, an einer Polplatte 5 und/oder an einer sonstigen repräsentativen Stelle einer oder mehrerer oder aller Brennstoffzelleneinheiten eines Stacks angeordnet. Nach einer Variante ist bei dieser Ausgestaltung mit dem Mittel zur direkten Temperaturerfassung ein Mittel zur Gasanalyse, wie ein Gassensor kombiniert, so daß gleichzeitig mit der Temperatur, z.B. des Prozeßgases, in dem repräsentativen Bereich auch dessen Zusammensetzung bestimmbar ist.

Nach einer Ausgestaltung der Vorrichtung umfaßt sie zumindest 15 ein Mittel zur indirekten Feststellung der Temperatur, wie beispielsweise ein Mittel, das eine Angabe über

- die momentan bewältigte elektrische Last
- die aktuelle Zellspannung,
- den momentanen Kühlmittelverbrauch,
- 20 die momentane Kühlmittelerwärmung und/oder
 - den aktuellen H2-Durchfluß
 - den O2-Partialdruck

der betroffenen repräsentativen Stelle oder des repräsentativen Bereichs der Brennstoffzelleneinheit und/oder des 25 Stacks gibt.

Mit der Vorrichtung wird die Information über zumindest einen festgestellten aktuellen Temperaturmeßwert als "Ist-Wert" an eine Recheneinheit für eine Modellrechnung weitergegeben, so daß mit Hilfe des Modells die Temperaturverteilung im übrigen Stack und/oder in der restlichen Brennstoffzelleneinheit extrapoliert werden kann. Die berechnete Temperaturverteilung wird dann an ein Steuergerät, über das die Zellspannung, die Prozeßgastemperatur und -zufuhr und/oder die Prozeßgaszusammensetzung, die Kühlmittelmenge, die Kühlmittelzusammen-35 setzung oder -temperatur etc. regelbar ist, weitergeleitet. Im Steuergerät wird ein Sollwert der Temperaturverteilung für

den jeweiligen Betriebszustand errechnet. Der Algorithmus zur Berechnung des Sollwertes ist variabel, es kann nach Wirkungsgrad des Systems, nach Leistung, thermischer oder elektrischer, nach Dynamik des Systems etc. verschiedene Sollwerte für einen Betriebszustand an einer repräsentativen Stelle und/oder an einem repräsentativen Bereich ermitteln. Das Steuergerät kann automatisch einen dieser Sollwerte durch Ansteuerung von Regelvorrichtungen einstellen oder es kann das Ergebnis von Soll- und Ist-Wert zeigen und ein Betreiber kann mit dieser Information selbst die Ansteuerung (unter Umständen nach einem Vorschlag des Steuergerätes) einer Regelvorrichtung übernehmen.

10

Jede der Daten (Temperatur, Kühlmittelverbrauch und/oder temperatur und/oder -erwärmung, H2-Durchfluß, elektrische
Last, Zellspannung, Stromabgabe etc) und insbesondere mehrere
dieser aktuellen Daten aus dem Brennstoffzellenstack und/oder
aus der Brennstoffzelleneinheit zusammen, ermöglichen es, daß
das mit dieser Information und/oder mit der Information aus
der Recheneinheit gefütterte Steuergerät die aktuelle Temperaturverteilung im Brennstoffzellenstack aktiv, unmittelbar
und dynamisch regelt.

Nach einer Ausführungsform der Erfindung wird die Temperatur
an zwei repräsentativen Stellen des Stacks und/oder der
Brennstoffzelleneinheit festgestellt. Als "repräsentative
Stelle und/oder Bereich" wird jeder Platz oder Teil eines
Brennstoffzellenstacks bezeichnet, der, nach einer Ausgestaltung der Erfindung zusammen mit einem "Pendant", also
einem Gegenstück, eine möglichst treffende Information über
den aktuellen Verlauf der Temperaturverteilung zwischen den
zumindest zwei betrachteten repräsentativen Stellen/Bereichen
im Stack und/oder in der Brennstoffzelleneinheit an die
Recheneinheit gibt. Typische repräsentative Stellen oder
Bereiche sind der Gaseinlaß und/oder Auslaß einer Zelle sowie
eine im Stack in der Peripherie und eine im Zentrum angordnete Brennstoffzelleneinheit.

Unter "Regelvorrichtung" wird beispielsweise ein Gerät zur Einstellung eines Dosierventils, das im Prozeßgaszuführungskanal angebracht ist, bezeichnet. Ein anderes Beispiel ist ein Gerät zur Stromregelung für einen Elektromotor, der einen Verdichter antreibt und über dessen Drehzahl die einströmende Luftmenge regulierbar ist. Ähnliche Beispiele bezogen auf die Kühlung und die Zellspannung etc. sind einschlägig bekannt.

PCT/DE00/02179

Als "Prozeßgas" wird im Gegensatz zum Reaktionsgas der Gasstrom bezeichnet, der durch die Zellen fließt und der neben dem Reaktionsgas noch Inertgas, Verunreinigung, Befeuchtungsund/oder Produktwasser gasförmig und/oder flüssig enthalten kann.

15

20

25

30

Als "Soll-Wert" wird der Temperaturwert an der repräsentativen Stelle bezeichnet, der mit dem Rechenmodell des Steuergerätes unter einem Gesichtspunkt wie Optimierung des Wirkungsgrads, der Leistung etc der Brennstoffzelle und/oder des Systems an dieser repräsentativen Stelle/Bereich ermittelt wurde.

In das Steuergerät werden laufend die Ergebnisse der Feststellung der Temperatur eingegeben. Das Steuergerät ist anhand der ihm zur Verfügung stehenden Regelungselektronik in der Lage für jeden Betriebszustand und jede repräsentative Stelle eine Temperatur (den Sollwert) zu ermitteln, die z.B. einen optimalen Wirkungsgrad des Systems gewährleistet. Weiterhin ist das Steuergerät in der Lage, anhand der eingehenden Informationen zu entscheiden, über welche Regelungsvorrichtung die Korrktur der Temperatur an der betreffenden Stelle am schnellsten durchführbar ist und kann wahlweise und/oder in Kombination die Kühlmittelzufuhr erhöhen, die Prozeßgaszufuhr drosseln, die Zellspannung erniedrigen etc. Der Automatismus der Regelungselektronik des Steuergeräts ist aber auch durch eine Temperaturvorgabe und/oder eine manuellen Ansteuerung einer Regelvorrichtung ersetzbar, so daß z.B.

der Fahrerwunsch oder die Temperaturvorgabe eines stationären Systems unter Umständen auch zu Ungunsten z.B. des Wirkungsgrads des Systems berücksichtigt werden kann.

5 Mit der vorliegenden Vorrichtung und dem vorliegenden Verfahren zur aktiven Temperaturregelung ist es möglich, ein
Brennstoffzellensystem hinsichtlich der in ihm herrschenden
Temperatur zu optimieren. Diese Optimierung bewährt sich für
die Anwendung der Anlage im stationären und im mobilen System
10 gleichermaßen.

10

15

25

30

Patentansprüche

- 1. Vorrichtung zur Feststellung der Temperatur, die zumindest an einem Meßort wie einer Stelle und/oder einem Bereich eines 5 Brennstoffzellenstacks und/oder einer Brennstoffzelleneinheit die Temperatur erfaßt und an eine Recheneinheit für eine Modellrechnung weitergibt, wobei die Recheneinheit dann die Temperaturverteilung des Stacks mit Hilfe einer Modellrechnung bestimmt und diese Information an ein Steuergerät weitergibt, über das die Temperatur im Stack regelbar ist.
 - 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Brennstoffzelleneinheit eine PEM- oder eine HTM-Brennstoffzelle ist und/oder der Brennstoffzellenstack eine PEM oder eine HTM- Brennstoffzelle umfaßt.
 - 3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, die zumindest zwei Mittel zur Feststellung der Temperatur umfaßt.
- 4. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der 20 über das Steuergerät die Zellspannung, die Prozeßgaszufuhr, die Prozefigastemperatur, die Prozefigaszusammensetzung, die Kühlmittelmenge, die Kühlmittelzusammensetzung und/oder die Kühlmitteltemperatur regelbar ist.
 - 5. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, die zumindest ein Mittel zur direkten Temperaturmessung wie ein Thermoelement, eine Temperatursonde und/oder einen Temperatursensor umfaßt.
 - 6. Vorrichtung nach Anspruch 5, wobei in dem Mittel zur direkten Temperaturmessung ein Mittel zur Gasanalyse integriert ist.
- 7. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, die 35 zumindest ein Mittel zur indirekten Feststellung der Temperatur umfaßt.

- 8. Verfahren zur dynamischen Regelung der Temperatur und/oder der Zusammensetzung des Prozeßgases, bei dem die Temperatur eines Brennstoffzellenstacks und/oder die Zusammensetzung des Prozeßgases innerhalb eines Brennstoffzellenstacks und/oder einer Brennstoffzelleneinheit des Stacks ermittelt wird, diese Information direkt oder über eine Recheneinheit für die Modellrechnung an ein Steuergerät weitergegeben wird, das Steuergerät zumindest einen eingegangenen Ist-Wert mit einem vorgegebenen Sollwert vergleicht und zumindest eine entsprechende Regelvorrichtung so ansteuert, daß die Angleichung des Ist-Wertes an den Soll-Wert bewirkt wird.
- 9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem die Temperaturverteilung im Stack mit Hilfe einer Vorrichtung zur Feststellung
 der Temperatur und/oder der Gaszusammensetzung, aus Informationen des Steuergerätes und einer Recheneinheit für die
 Modellrechnung ermittelt wird.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/DE 00/02179

A MAGGIO G ET AL: "Modelling of temperature distribution in a solid polymer electrolyte fuel cell stack" JOURNAL OF POMER SOURCES, CH, ELSEVIER SEQUOIA S.A. LAUSANNE, vol. 62, no. 2, 1 October 1996 (1996-10-01), pages 167-174, XP004071549 ISSN: 0378-7753 page 167, right-hand column, paragraph 2 -page 168, left-hand column, paragraph 2 page 171, right-hand column, paragraph 2 page 173, left-hand column, paragraph 3 -right-hand column, paragraph 3 -right-hand column, paragraph 2 -/ X Patent tamby members are listed in annex. *Special categories of cited documents: **Special categories of cited documents: -/ **Occument which may throw doubts on priority claimts) or which is cited to establish the publication cited of another cited on state the international filing date or photoly date and not in condition with the application but cited to understand the principle of theory underlying the invention cannot be considered to be con				PCI/DE 00/	021/9
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic date base consulted during the international search (name of data base and, where products, search terms used) EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT Category* C. Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages A MAGGIO 6 ET AL: "Model Iting of temperature distribution in a solid polymer electrolyte fuel cell stack" JOURNAL OF POWER SOURCES, CH, ELSEVIER SEQUIDIA S.A. LAUSANIC, vol. 62, no. 2, 1 october 1996 (1996-10-01), pages 167-174, XP004071549 ISSN: 0378-7753 page 167, right-hand column, paragraph 2 page 168, left-hand column, paragraph 2 page 173, left-hand column, paragraph 2 page 174, right-hand column, paragraph 2 page 175, left-hand column, paragraph 2 page 177, right-hand column, paragraph 2 page 177, left-hand column, paragraph 2 -/ Further document but published on or after the international filing date or protry, date and on the conflict with the application but in the strict or considered for the left sepadal resident deposition for the international filing date or protry date and the conflict with the application of the reference of protry date and only incomposition to considered for the left sepadal resident deposition to discondent or control to considered for the left sepadal resident deposition but in the strict or considered for the left sepadal resident deposition to discondent deposition to discondent deposition to distribution or ored discondent relevance; the claimed liveration cannot be considered for the	A. CLASSI IPC 7	IFICATION OF SUBJECT MATTER H01M8/04			
Minimum documentation searched (dissification system followed by classification symbols) Documentation searched other than maintum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic date base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO—Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT Category* Chatter of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages A MAGGIO 6 ET AL: "Modelling of temperature distribution in a solid polymer electrolyte fuel cell stack" JOURNAL OF POWER SOURCES, CH, ELSEVIER SEQUIOTA S.A. ALAUSANICE, vol. 62, no. 2, 1 october 1996 (1996–10–01), pages 167–174, XP004071549 ISSN: 0378–7753 page 167, right—hand column, paragraph 2 page 173, left—hand column, paragraph 2 page 174, right—hand column, paragraph 2 page 175, left—hand column, paragraph 2 page 176, right—hand column, paragraph 2 page 177, right—hand column, paragraph 2 page 178, left—hand column, paragraph 2 page 179, right—hand column, paragraph 3 —right—hand column between the summariance of the conditions of the original provision of cannot be conditioned of the relevance of the summariance of the condition of the summariance of th	According to	o International Palent Classification (IPC) or to both Astional Cla	estification and IPC		
Minimum documentation searched (dassification system followed by classification symbols) IPC 7 H01M Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the flets searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where predicts, search terms used) EPO—Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT Category* Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages A MAGGIO 6 ET AL: "Modelling of temperature distribution in a solid polymer electrolyte fuel cell stack" JOURNAL OF POWER SOURCES, CH, ELSEVIER SEQUOIA S. A. LAUSANNE, vol. 62, no. 2, 1 October 1996 (1996–10–01), pages 167–174, XP004071549 ISSN: 0378–7753 page 167, right—hand column, paragraph 2 —page 173, left—hand column, paragraph 2 page 171, right—hand column, paragraph 2 page 173, left—hand column, paragraph 2 —page 174, left—hand column, paragraph 2 —right—hand column, paragraph 2 —/ IX Further documents are listed in the continuation of box C. IX Patent tamby members are listed in annex. IV document of the procletic flow capture in everyone continuence of the lister international state of the and which is not considered to be of particular newarions IV document of profits the charmed invertible or other restrictions of the repostal reserved to the discontinuence of the same patent is taken above column in member of the same patent is taken above column in member of the same patent is taken above column in the procletic of the international state to the original paragraph of the international state to the original paragraph or column or ordinate original paragraph or the same patent is taken above column in the procletic or such above the same patent is taken above column in member of the same patent is taken above column in the procletic original paragraph and the procletic original paragraph and the procletic process to a paragraph and paragraph and paragraph and paragraph					
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT Category* Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages A MAGGIO G ET AL: "Modelling of temperature distribution in a solid polymer electrolyte fuel cell stack" JOURNAL OF POWER SOURCES, CH, ELSEVIER SEQUOIA S.A. LAUSANNE, vol. 62, no. 2, 1 October 1996 (1996-10-01), pages 167-174, XPO04071549 ISSN: 0378-7753 page 167, right-hand column, paragraph 2 -page 168, left-hand column, paragraph 2 page 171, right-hand column, paragraph 3 -right-hand column, paragraph 3 -right-hand column, paragraph 2 -/ X Patent tamby members are listed in annex. Y comment denting the general state of the art which is not considered to be of particular networks and column, paragraph 2 -/ I blact document but published on or after the international filing date "I document which may throw doubts on priority citamps or which is cited to established to make the international stage of being document published date the international filing date "I document which may throw doubts on priority citamps or which is cited to established to make a published on or after the international filing date "I document entering to an oral disclosure, use, exhibition or considered to be of particular relevance. The claims above "Occument published date the international filing date but lister than the protry date claimed inventors are comment to published on or or after the international filing date but lister than the protry date claimed inventors are comment of particular relevance. The claimed inventors cannot be considered not be considered to the origination being deviced by when the document is taken above "Occument published date the international filing date but lister than the protry date claimed inventors are comment to particular relevance. The claimes of the comment of particular relevance.	Minimum do	ocumentation searched (classification system followed by class	sification symbols)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT Category* Charton of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages A MAGGIO 6 ET AL: "Modelling of temperature distribution in a solid polymer electrolyte fuel cell stack" JOURNAL OF POWER SOURCES, CH, ELSEVIER SEQUOIA S.A. LAUSANNE, vol. 62, no. 2, 1 October 1996 (1996-10-01), pages 167-174, XP004071549 ISSN: 0378-7753 page 167, right-hand column, paragraph 2 page 173, left-hand column, paragraph 2 page 173, left-hand column, paragraph 2 page 173, left-hand column, paragraph 3 -right-hand column, paragraph 2 -/ X Patent tamby members are listed in american service of the documents: "A" document defining the general state of the ait which is not considered to be of particular relevance to the considered to be of particular relevance of the considered of the considered to be considered on or after the international filing date of the considered on or after the international cannot be considered on the considered o	Documental	ation searched other than minimum documentation to the extent	that such documents are incl	luded in the fields sea	arched
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT Category* Chatton of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages A MAGGIO G ET AL: "Modelling of temperature distribution in a solid polymer electrolyte fuel cell stack" JOURNAL OF POWER SOURCES, CH, ELSEVIER SEQUOIA S.A. LAUSANNE, vol. 62, no. 2, 1 October 1996 (1996-10-01), pages 167-174, XP004071549 ISSN: 0378-7753 page 167, right-hand column, paragraph 2 page 173, left-hand column, paragraph 2 page 173, left-hand column, paragraph 2 page 173, left-hand column, paragraph 3 -right-hand column, paragraph 2 -/ X Patent tamely members are listed in ames. ** Special categories of ched documents: ** "Special categories of ched documents: ** "Cocument defining the general state of the ait which is not considered to be of pericular relevance ** "Special categories of ched documents: ** "Occument defining the general state of the ait which is not considered to be of pericular relevance ** "Cocument defining the general state of the ait which is not considered to be of pericular relevance to considered to be of pericular relevance." ** "Occument defining the price of the international fiting date but lister than the priority date claimed ** "Occument of pericular relevances the claimed invention cannot be considered only on oral disclosure, use, exhibition or off the cell part of the international fiting date but lister than the priority date claimed ** "Occument of pericular relevances the claimed invention cannot be considered only on oral disclosure, use, exhibition or off the pericular relevances the claimed invention cannot be considered only on oral disclosure, use, exhibition or off the pericular relevances the claimed invention cannot be considered on or effect the international fiting date but lister than the priority d	Electronic d	tata base consulted during the international search (name of de	ata base and, where practica	i, search terms used)	
A MAGGIO G ET AL: "Modelling of temperature distribution in a solid polymer 9 1,2,5,8, 9 1,2,5,8, 9 1,		•		•	
MAGGIO G ET AL: "Modelling of temperature distribution in a solid polymer electrolyte fuel cell stack" JOURNAL OF POWER SOURCES, CH, ELSEVIER SEQUOIA S.A. LAUSANNE, vol. 62, no. 2, 1 October 1996 (1996-10-01), pages 167-174, XP004071549 ISSN: 0378-7753 page 167, right-hand column, paragraph 2 page 171, right-hand column, paragraph 2 page 173, left-hand column, paragraph 2 page 173, left-hand column, paragraph 3 -right-hand column, paragraph 2 -/ X Patent tamly members are listed in annex. *Special categories of cited documents:/ **Operation of the second and the continuation of box C. **Special categories of cited documents:/ **Operation of the second documents:/ **Operation of continuation of box C. **Special categories of cited documents:/ **Operation of continuation of the international lifting date or policy field and not in continuation by considered to be of periodual relevance of another which is cited to establish the publication cause of another which is cited to establish the publication cause of another which is cited to establish the publication cause of another cannot be considered to be considered to be completed in the cited medium relevance occurrent is particular relevance; the claimed invention cannot be considered to be completed to complete the cited medium relevance occurrent is particular relevance; the claimed invention cannot be considered to be considered to be considered to be considered to involve an inventive step when the document is action or other special reason (as special column) and particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with or cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with or cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with or cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with or cannot be considered to involve an inventive step when the document is actin	C. DOCUM	ENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT			
distribution in a solid polymer electrolyte fuel cell stack" JOURNAL OF POWER SOURCES, CH, ELSEVIER SEQUOIA S.A. LAUSANNE, vol. 62, no. 2, 1 October 1996 (1996-10-01), pages 167-174, XP004071549 ISSN: 0378-7753 page 167, right-hand column, paragraph 2 page 171, right-hand column, paragraph 2 page 173, left-hand column, paragraph 2 page 173, left-hand column, paragraph 3 -right-hand column, paragraph 2 -/ *Special categories of cited documents: **Cocument defining the general state of the art which is not considered to be of perfocular relevance **E' easier document bubbished on or uffer the international iting date of priceity date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or treory underlying the invention cannot be considered note in the principle or treory underlying the invention cannot be considered note or of the special reason (as specified) **Cocument of particular relevance; the citamed invention cannot be considered note for cannot be considered to be of particular relevance; the citamed invention cannot be considered note for cannot be considered in the article to understand the principle or treory underlying the invention cannot be considered note for cannot be considered in the article to understand the principle or treory underlying the invention cannot be considered note for cannot be considered in the article to understand the principle or treory underlying the invention cannot be considered note for cannot be considered in the article to understand the principle or treory underlying the invention cannot be considered note for cannot be considered note for cannot be considered note for cannot be considered in the article to understand the principle or treory underlying the invention cannot be considered note for cannot be considered note in cannot be considered note for can	Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of	the relevant passages		Relevant to claim No.
1 October 1996 (1996–10–01), pages 167–174, XP004071549 ISSN: 0378–7753 page 167, right-hand column, paragraph 2 -page 168, left-hand column, paragraph 2 page 171, right-hand column, paragraph 2 page 173, left-hand column, paragraph 3 -right-hand column, paragraph 2 -/ *Special categories of cited documents: **Special categories of cited documents **Cocument defining the general state of the art which is not considered to be of particular retevance **E' earlier document but published on or after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specialled) **Cocument referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means **P' document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed Date of the actual completion of the international search **Date of the actual completion of the international search **Date of the actual completion of the international search report	A	distribution in a solid polyme electrolyte fuel cell stack" JOURNAL OF POWER SOURCES, CH, EL SEQUOIA S.A. LAUSANNE,	er [.]		1,2,5,8,
Further documents are listed in the continuation of box C. Yellow the process of cited documents: A' document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance. E' earlier document but published on or after the international litting date. Ye' document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified). Ye' document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means. Ye' document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means. Ye' document published prior to the international fiting date but later than the priority date claimed. Date of the actual completion of the international search. Date of mailing of the international search report.		1 October 1996 (1996-10-01), p 167-174, XP004071549 ISSN: 0378-7753 page 167, right-hand column, p -page 168, left-hand column, p page 171, right-hand column, p page 173, left-hand column, p	paragraph 2 paragraph 2 paragraph 2 paragraph 3		
Special categories of cited documents: A' document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance E' earlier document but published on or after the international liting date It document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) O' document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means P' document published prior to the International fiting date but later than the priority date claimed Date of the actual completion of the international search T' later document published after the international fiting date of priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the or priority date and not in the all to understand the principle or theory underlying the cited to understand the principle or theory underlying the or priority date and not in vertices.			-/		
*Special categories of cited documents: 'A' document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance 'E' earlier document but published on or after the international filting date 'I'. document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cated to establish the publication cate of another citation or other special reason (as specified) 'O' document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means 'P' document published prior to the International filting date but later than the priority date claimed Date of the actual completion of the international search 'T' later document published after the international filting date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the cannot be considered howed or cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents is combined with one or more other such documents is combined with one or more other such documents is combined with one or more other such documents. Such combination being obvious to a person skilled in the art. '& document member of the same patent family Date of the international search report					
"A" document defining the general state of the air which is not considered to be of particular relevance. "E" earlier document but published on or after the international filting date. "I" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cled to establish the published on date of another citation or other special reason (as specified). "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means. "P" document published prior to the International filting date but later than the priority date claimed. The document published prior to the International filting date but later than the priority date claimed. The document published prior to the International filting date but later than the priority date claimed. The document published prior to the International filting date but later than the priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention. "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such document is combined with one or more other such document is combined with one or more other such document is combined with one or more other such document is combined with one or more other such document is combined with one or more other such document is combined with one or more other such document is combined with one or more other such document is combined with one or more other such document is combined with one or more other such document is combined with one or more other such document is combined with one or more other such document is combined with one or more other such document is combined with one or more other such document is combined in the art. "S" document member of the same patent lamily cited to understand the principle or the claimed invention.	X Furti	ther documents are listed in the continuation of box C.	X Patent family	members are listed in	n annex.
cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone which is cled to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filling date but later than the priority date claimed Date of the actual completion of the international search Date of the actual completion of the international search Cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family Date of mailing of the international search report	'A" docume	ent defining the general state of the art which is not dered to be of particular relevance	or priority date an cited to understar invention	nd not in conflict with the or the conflict with the principle or the conflict with	he application but ory underlying the
other means PP document published prior to the international fiting date but later than the priority date ctaimed Date of the actual completion of the international search Date of mailing of the international search Date of mailing of the international search report	(iling d 'L' docume which citation	date ent which may throw doubts on priority claim(s) or is cited to establish the publication date of another in or other special reason (as specified)	cannot be consid involve an inventi "Y" document of partic cannot be consid document is com	ered novel or cannot (ive step when the doc pular relevance; the cla ered to involve an invi- bined with one or mor	be considered to sument is taken alone aimed invention entive step when the re other such docu—
Date of the actual completion of the international search Date of mailing of the international search report	other in P° docume	means ent published prior to the International filling date but	in the art.		
24 November 2000			Date of mailing of	the international sear	rch report
24 NOVEMBER 2000 3071172000	2	24 November 2000	30/11/2	2000	
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentiaan 2 NL - 2280 HV Riswift Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3018 Gamez, A	Name and r	European Patent Office, P.B. 5818 Patentiaan 2 NL - 2280 HV Rifswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,		Α	

2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern 12l Application No PCT/DE 00/02179

		PCT/DE 00/02179			
C.(Continu	(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT				
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.			
A	ARGYROPOULOS P ET AL: "One-dimensional thermal model for direct methanol fuel cell stacks - Part II. Model based parametric analysis and predicted temperature profiles" JOURNAL OF POWER SOURCES, CH, ELSEVIER SEQUOIA S.A. LAUSANNE, vol. 79, no. 2, June 1999 (1999-06), pages 184-198, XP004166331 ISSN: 0378-7753 page 184, left-hand column, paragraph 3 -right-hand column, paragraph 2 page 191, left-hand column, paragraph 2 -page 192, right-hand column, paragraph 1 page 194, right-hand column, paragraph 2 -page 195, paragraph 1 page 197, left-hand column, paragraph 4 -right-hand column, paragraph 4 -right-hand column, paragraph 1	1,2,5,8,			
A	US 4 640 873 A (TAJIMA OSAMU ET AL) 3 February 1987 (1987-02-03) column 1, line 50 -column 2, line 8 column 2, line 48 -column 3, line 5	1,2,4,5, 8,9			
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 254 (E-772), 13 June 1989 (1989-06-13) -& JP 01 052386 A (HITACHI LTD), 28 February 1989 (1989-02-28) abstract	1,3-6,8, 9			
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 085 (E-308), 13 April 1985 (1985-04-13) -& JP 59 215674 A (SANYO DENKI KK), 5 December 1984 (1984-12-05) abstract	1,7-9			

2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

. Imation on patent family members

Intern 1at Application No PCT/DE 00/02179

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4640873	A	03-02-1987	JP 1975805 C JP 6101348 B JP 61214369 A	27-09-1995 12-12-1994 24-09-1986
JP 01052386	A	28-02-1989	NONE	
JP 59215674	A	05-12-1984	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern nales Aktanzeicher PCT/DE 00/02179

	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		
A. KLASSI IPK 7	FIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES H01M8/04		
Nach der In	ternationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Kla	ssifikation und der IPK	
B. RECHE	ACHIERTE GEBIETE		
Recherchie IPK 7	ner Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbo H01M	ole)	
Recherchie	rle aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, so	oweil diese unter die recherchierten Gebiete	fallen
	er internationalen Recherche konsuttierte elektronische Datenbank (* ternal, PAJ, WPI Data, INSPEC	Vame der Datenbank und evtl. verwendete	Suchbegrifie)
C. ALS WE	ESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN	——————————————————————————————————————	
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angeb	e der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	MAGGIO G ET AL: "Modelling of to distribution in a solid polymer electrolyte fuel cell stack" JOURNAL OF POWER SOURCES, CH, ELSEN SEQUOIA S.A. LAUSANNE, Bd. 62, Nr. 2, 1. Oktober 1996 (1996-10-01), Set 167-174, XP004071549 ISSN: 0378-7753 Seite 167, rechte Spalte, Absatz 168, linke Spalte, Absatz 2 Seite 171, rechte Spalte, Absatz Seite 173, linke Spalte, Absatz Spalte, Absatz 2	/IER ten 2 -Seite 2	1,2,5,8, 9
* Besonderd *A* Veröffe aber r *E* åleres Anme *L* Veröffe scheir enden soll oc susge 'O' Veröffe eine & *P* Veröffe	tere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu nehmen kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : intlichung, die den altgemeinen Stand der Technik definiert, nicht ats besonders bedeutsam anzusehen ist Dokument, das jedoch anst am oder nach dem infernationalen idedatum veröffentlicht worden ist intlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifefhaft er- nen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer ein im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden der die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie nittlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, senutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht weitlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist	Siehe Anhang Patentfamilie Spätere Veröffentlichung, die nach dem oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht Anmeidung nicht kolltidiert, sondern nu Erfindung zugrundellegenden Prinzips. Theorie angegeben ist Veröffentlichung von besonderer Bedeukann allsein aufgrund dieser Veröffentlich erfinderischer Tätigteit beruhend betra Veröffentlichung von besonderer Bedeukann nicht als auf erfinderischer Tätigt werden, wenn die Veröffentlichung mä Veröffentlichung mä Veröffentlichung mit einen Factimann 18. Veröffentlichung, die Mitglied derselben 19. Veröffentlichung.	I worden ist und mit der r zum Verständnis des der oder der ihr zugrundeliegenden itung: die beanspruchte Erlindung chung nicht als neu oder auf ichtet werden itung: die beanspruchte Erlindung alt beruhend betrachtet einer oder mehreren anderen Verbindung gebracht wird und nahellegend ist
	Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Re	cherchenberichts
2	4. November 2000	30/11/2000	
Name und	Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Petentamt, P.B. 5818 Patentiaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nt, Eur. (-31-70) 340-3018	Bevollmächligter Bediensteler Gamez, A	

2

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern hales Aktonzoichen
PCT/DE 00/02179

		/ DE UU/ UZ1/9				
C.(Fortsetz	(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN					
Kategone*	Bezeichnung der Veröffentlichung, sowed erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Te	tile Setr, Anspruch Nr.				
A	ARGYROPOULOS P ET AL: "One-dimensional thermal model for direct methanol fuel cell stacks - Part II. Model based parametric analysis and predicted temperature profiles" JOURNAL OF POWER SOURCES, CH, ELSEVIER SEQUOIA S.A. LAUSANNE, Bd. 79, Nr. 2, Juni 1999 (1999-06), Seiten 184-198, XP004166331 ISSN: 0378-7753 Seite 184, linke Spalte, Absatz 3 -rechte Spalte, Absatz 2 Seite 191, linke Spalte, Absatz 2 -Seite 192, rechte Spalte, Absatz 1 Seite 194, rechte Spalte, Absatz 2 -Seite 195, Absatz 1 Seite 197, linke Spalte, Absatz 4 -rechte Spalte, Absatz 1	1,2,5,8,				
A	US 4 640 873 A (TAJIMA OSAMU ET AL) 3. Februar 1987 (1987-02-03) Spalte 1, Zeile 50 -Spalte 2, Zeile 8 Spalte 2, Zeile 48 -Spalte 3, Zeile 5	1,2,4,5,				
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 254 (E-772), 13. Juni 1989 (1989-06-13) -& JP 01 052386 A (HITACHI LTD), 28. Februar 1989 (1989-02-28) Zusammenfassung	1,3-6,8,				
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 085 (E-308), 13. April 1985 (1985-04-13) -& JP 59 215674 A (SANYO DENKI KK), 5. Dezember 1984 (1984-12-05) Zusammenfassung	1,7-9				
		-				

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung... die zur selben Patentfamilie gehören

httemz sies Aktenzeichen
PCT/DE 00/02179

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4640873 A	03-02-1987	JP 1975805 C JP 6101348 B JP 61214369 A	27-09-1995 12-12-1994 24-09-1986
JP 01052386 A	28-02-1989	KEINE	
JP 59215674 A	05-12-1984	KEINE	